

サイエンスのキーワード「摂動」

サイエンスのキーワードは、それが基本的であればあるほど有用な概念だ。「摂動」もそのひとつである。物体の運動には力学的な解が出る。力学方程式の変数に知りたい系の数値を入れると、運動の一部始終を精密定量的に描いてくれる。その解が出る運動系、つまり単純明快な系に別の比較的小さな力が作用して、もとの運動をわずかに変化させるるとき、その小さな力の影響を摂動という。

例えば、強大な太陽引力が作る惑星運動に及ぼす他の惑星の小さな影響や、原子の陽子の圧倒的支配下にある電子雲に対する外部電場の作用などが摂動だ。力が小さいから近似できる。具体的には、運動方程式が一部の項を無視すれば厳密に解ける場合、その厳密解に無視した項の影響をとり入れて、本来の方程式の正解に近づける方法だ。

基本方程式を実際に近づける

日常にも摂動がある。事務、研究、家事、商売などの仕事をやる人は、自分のプログラムを持って実行している。それには基本線があるが、予期しないことが飛び込み、修整を余儀なくされるのが常だ。つまりいつも摂動を受けているわけで、それに対する反応の仕方を、習慣も含めて人はたくさん持っている。

太陽を中心とする惑星の運動も、惑星のまわりの月の運動も、ケプラーの運動方程式でよく表されるが、正確には、実際の運動は摂動によってもっと複雑だ。つまりケプラー運動に与えられる摂動を考慮して補正すると、現実の複雑な運動が得られる。摂動論は天体力学はもちろん、基本方程式を実際に近づける手法として、他のサイエンス分野でも大活躍している。

(東京大学名誉教授 和田昭允)

日経産業新聞  
平成 30 年  
11 月 13 日

要素還元論の限界

森羅万象は広く自然界・生物界・人間社会にわたってシステムとしての階層構造を創る。システムとは複数の要素が関係しあい全体の構造・機能を作り上げていく集合体で、構造形成の容易さや機能発揮の効率向上のために、階層を作る。

例えば、文章は要素としての文字が関係しあって単語を作り、それがまた互いに連携して文章の意味を出す。機械と部品の関係や、交通網が典型的なシステムであることはいままでもない。人間社会全体は、要素である個人が集合してシステム活動している。

ここで、要素を見れば全体が見えてくるか、要素から全体を説明できるか、という問いが出てくる。YESが要素還元論で、NOが全体論にあたる。前者は全体の理解をその根源、つまり要素の構造・機能という元にかえて行う。これに

無限の可能性から予言は困難

全体論は否定的で、全体は要素の性質が足し合わさっただけの集まりではなく、独自の価値があるのだから要素還元できないとする。

モナリザの絵がなぜ描けたかは、要素の絵の具をみても分からない。要素の範囲をレオナルド・ダ・ヴィンチまで広げ、彼の脳の中までのぞいたら理解できる気もするが、それは実行できないことではない。

要素還元論では多くの可能性を想像できるが、その無限にも近い可能性の中でどれが実現するかを言い当てることは不可能だ。意地悪い言い方をすれば、自然界にある92種の元素の性質を知ったら、生物・人間まで含めて世の中にある全ての物質の構造とその性質を予言できると言っちゃうものだ。ここに要素還元論の限界がある。

(東京大学名誉教授 和田昭允)

日経産業新聞  
平成 30 年  
11 月 20 日